



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання практичної роботи
**«ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НАСТРОЮВАЛЬНИХ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ БАЗ В ТОКАРНИХ НАПІВАВТОМАТАХ І
КРУГЛОШЛИФОВАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ З ЧПК»**
з курсу
«Технологічні основи машинобудування»

Харків 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання практичної роботи
**«ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НАСТРОЮВАЛЬНИХ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ БАЗ В ТОКАРНИХ НАПІВАВТОМАТАХ І
КРУГЛОШЛИФОВАЛЬНИМ ВЕРСТАТАХ З ЧПУ»**

з курсу
«Технологічні основи машинобудування»

для студентів спеціальності «Прикладна механіка»
денної, заочної та дистанційної форм навчання

Затверджено редакційно-
видавничою радою університету,
протокол № 3 від «06» листопада 2019 р.

Харків
НТУ «ХПІ»
2020

Методичні вказівки до виконання практичної роботи «Особливості використання настроювальних технологічних баз в токарних напівавтоматах та круглошліфувальних верстатах з ЧПК» по курсу «Технологічні основи машинобудування» для студентів спеціальності «Прикладна механіка» (спеціалізації «Інтегровані технології машинобудування» та «Інструментальне виробництво») денної, заочної та дистанційної форм навчання / уклад.: І.М. Пижов. - Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 15 с.

Укладач І.М. Пижов
Рецензент В.М. Доля

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування» ім. М.Ф. Семка

Зміст

1. Загальні відомості про базування і бази при механічній обробці деталей.....	4
2. Особливості використання настроювальних технологічних баз.....	4
3. Особливості розробки операційних ескізів при використанні НТБ.....	8
Контрольні запитання.....	13
Список літератури	13

Мета роботи. Метою даної практичної роботи є отримання навичок використання настроювальних технологічних баз при розробці технологічних операцій обробки гладких ступінчастих валів на базі використання токарних напівавтоматів і круглошліфувальних верстатів з ЧПУ.

1. Загальні відомості про базування і бази при механічній обробці деталей

Основні терміни і визначення в галузі базування і баз у машинобудуванні встановлені ДСТ 21495-76.

Відповідно до стандарту поняття базування слід розуміти як додавання заготовці або виробу необхідного положення відносно вибраної системи координат. У свою чергу ця система координат може бути пов'язана з виконавчими поверхнями верстата, пристосуванням для установаження заготовки, вимірювальної системи або базами іншої деталі, що визначає положення даної деталі.

База – поверхня або те, що виконує ту ж функцію поєднання поверхонь, вісь, крапка, належні заготовки і використовувані для базування.

Схема базування – це схема розташування опорних точок на базах заготовки або виробу, що символізують один з їх зв'язків з вибраною системою координат.

За призначенням бази підрозділяються на три види: конструкторські, технологічні і вимірювальні.

Технологічна база – це база, використовувана для визначення положення заготовки або виробу в процесі виготовлення або ремонту [1]. Технологічною базою, використовуваною при обробці заготовок на верстатах, називається поверхня, лінія або крапка заготовки, відносно яких орієнтуються її поверхні, що обробляються на даному технологічному установі. Як технологічні бази використовують також розмічальні лінії і крапки, нанесені на матеріальні поверхні заготовок для вивіряння положення останніх відносно пристроїв верстата, що визначають траєкторію руху різальних інструментів. За особливостями вживання технологічні бази, використовувані при механічній обробці, підрозділяються на контактні, настроювальні і перевірні[1].

2. Особливості використання настроювальних технологічних баз

Вибір технологічних установочних баз (ТУБ) багато в чому залежить від використовуваного в техпроцесі устаткування [2]. Особливо яскраво переваги настроювальних технологічних баз (НТБ) виявляються при використанні багаторізцевих верстатів і верстатів-автоматів, верстатів з копіювальними пристроями, верстатів з ЧПУ і оброблювальних центрів (ОЦ), які вимагають створення складних концентрованих операцій, а також при багатопозиційній обробці.

Настроювальна технологічна база – поверхня заготовки, відносно якої орієнтуються оброблювані поверхні, пов'язана з ними безпосередніми розмірами і утворювана при одному установі з даними поверхнями заготовки [1]. НТБ, як правило, зв'язана безпосередніми розмірами з опорною ТУБ (в даному випадку крайнім торцем вала). Заготовка може мати декілька настроювальних баз одного напрямку розмірів, що утрудняє налаштування верстата, проте створює можливість безпосередньої простановки розмірів між поверхнями, взаєморозташування яких важливе для виробу. Це розширює можливості простановки розмірів на кресленнях, оскільки їх можна встановлювати не лише від опорних, але і від вимірювальних баз, які можна використовувати як НТБ.

Використання НТБ сприяє спрощенню конструкції пристосування, концентрації операцій техпроцесу і скороченню загального числа операцій, дає можливість проміру заготівель безпосередньо на верстаті. Це компенсує у великосерійному виробництві ускладнення налагодження верстата [1]. Крім того, відомо, що при установленні заготовки на опорну поверхню завжди виникають похибки закріплення, що збільшує загальну похибку обробки розмірів, проставлених від цієї бази. При використанні НТБ – ці погрішності виключаються.

На рис. 1 наведений ескіз ступінчастого вала (спрощено) з вказівкою виконуваних розмірів і вимог по шорсткості. Конструкторські і технологічні діаметральні розміри збігаються. Проте цього не можна сказати про лінійні розміри. На рисунку 1 конструкторські лінійні розміри наведені зверху, а технологічні – знизу ескізу. На етапі розробки маршрутної технології були виявлені технологічні лінійні розміри і на базі рішення пов'язаних (що мають загальні розміри) розмірних ланцюгів [3], [4], встановлені їх номінальні розміри і поля допусків (рис. 1).

З метою реалізації принципу постійності баз при обробці на токарних і круглошлифовальних верстатах вал встановлюється в центрах (рис. 2). При цьому передбачається, що на токарних верстатах положення базового лівого торця визначається використанням самоповідкового патрона з лівим плаваючим центром, а у разі виконання шліфувальних операцій на верстатах з ЧПУ (застосовується лівий глухий центр) – за допомогою щупа. Для налагодження верстатів використовується система НТБ. Так, при обробці правої частини вала, базою для лінійного розміру 330 мм є напологлива база (лівий крайній торець деталі, рис. 2 а, в). Торець, що об'єднує розміри 330 і 23, є настроювальною базою для розміру 23 (НТБ₂₃).

При обробці лівої частини вала як упорна база виступає правий крайній торець деталі (рис. 2 б, г), а торець, що об'єднує розміри 435 і 42, є настроювальною базою для розміру 42 (НТБ₄₂). Як видно з рисунка 1, НТБ₂₃ і НТБ₄₂ пов'язані безпосередніми розмірами з відповідними упорними базами (крайніми торцями деталі).

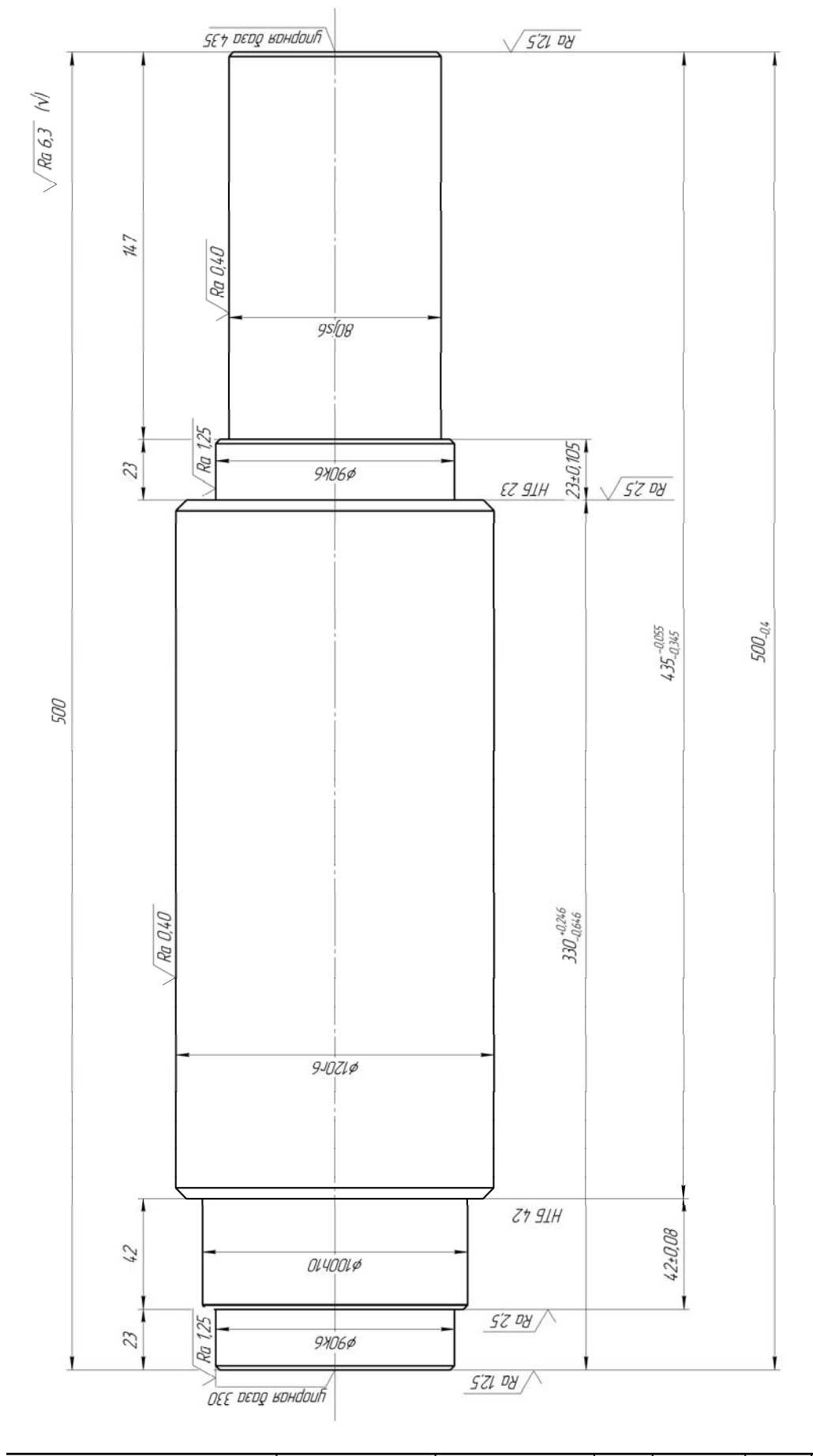


Рисунок 1 –Ескіз вала

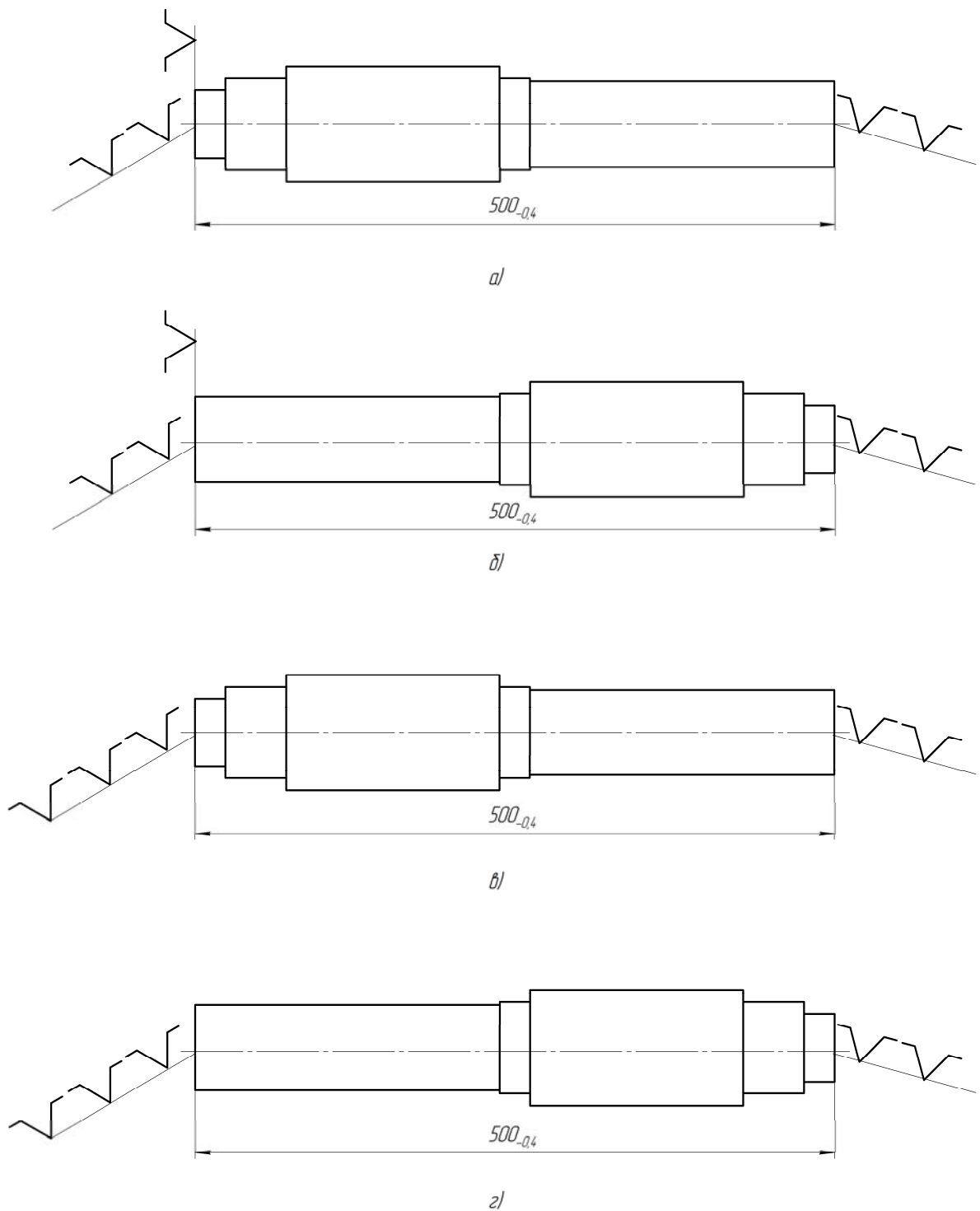


Рисунок 2 – Теоретичні схеми базування при обробці вала на токарних (а і б) і шліфувальних (в і г) операціях

Аналіз креслення деталі показує, що ці крайні торці деталі (охоплені розміром $500_{-0,4}$) досить обробити одноразовим фрезеруванням. Поверхні проміжних торців з шорсткістю $Ra=2,5$ мкм необхідно обробляти за допомогою чотирьох технологічних операцій (токарні чорнова і чистова, а також круглоторцешліфувальні чорнова і чистова).

Що стосується інших проміжних торців вала, то приймаємо рішення здійснити їх двократну обробку (чорнова і чистова токарні операції). У техпроцесі використовуємо такі верстати: фрезерно-центрувальний напівавтомат мод. МР76, токарні напівавтомати (багато різцевий мод. 1А730 і гідрокопіювальний мод. 1722 відповідно), а також круглошліфувальні верстати з ЧПУ мод. 3Т161ВФ20. В останньому випадку здійснюється спільна обробка цапф і заплечиків вала спеціально заправленим кругом [2]. Це знайшло своє відображення в технологічному маршруті обробки [3]. Після цього проектуємо заготовку-штампування (рис. 3) [5].

3. Особливості розробки операційних ескізів при використанні НТБ

При використанні НТБ необхідно враховувати таке. Кінцеве положення різального інструменту на останній стадії обробки (для кожної конкретної поверхні) повинне строго збігатися з положенням відповідної НТБ. У свою чергу положення останньої визначається відповідним технологічним розмірним ланцюгом [3]. При цьому проміжні розміри для різних стадій обробки можуть бути рівні, менше або більше креслярського номінального розміру. Остання обставина обумовлена тим, що на величину виконуваного розміру може впливати зняття припусків з двох сторін від розміру.

Розрахуємо міжопераційні лінійні (осьові) розміри і розробимо схеми їх проставлення на картах ескізів (і наладок) для обробки правої і лівої частин вала. Згідно з рис. 1 ми маємо два технологічні розмірні ланцюги (РЛ) : РЛ 1 з розмірами 500, 330 і 23 мм (замикальна ланка 147 js 14); РЛ 2 з розмірами 500, 435 і 42 (замикальна ланка 23 js 14). Ланка розміром 500 мм є загальною для обох РЛ.

Загальні припуски на обробку приведені на рис. 3. Дані стосовно розрахунків припусків наведені в [5]. Після фрезерно-центрувальної операції припуски з торців вже зняті. Тут слід визначитися з таким питанням, як розподіл загального припуску на операційні. Відповідні рекомендації можна знайти в довідковій літературі [1], [2] та ін. У нашому випадку можна прийняти таке: припуск на сторону для чистового точіння $Z_2=0,5$ мм; для чорнового шліфування $Z_3=0,1$ мм; для чистового шліфування $Z_4=0,05$ мм. Частка(Z_1) загального припуску, що залишилася, є припуском на першу операцію (чорнове точіння).

Розробляємо операційні ескізи (рис. 4 і 5). *Обробка правої частини вала(РЛ 1).* Попри те що розмір $330^{+0,246}_{-0,646}$ (у РЛ 1 він є коригуючим) має невисоку точність ($\approx IT\ 13$), правий торець вала, до якого він належить, підлягає чотирикратній обробці внаслідок необхідної низької шорсткості ($Ra=2,5$ мкм). Його проміжні (міжопераційні) значення призначаємо виходячи з таких міркувань. Після чорнового точіння $l_1=l+Z_2+Z_3+Z_4$. Тут l є креслярським номінальним розміром. Після чистового точіння $l_2=l+Z_3+Z_4$. Після чорнового шліфування $l_3=l+Z_4$. Після чистового шліфування $l_4=l$. Тоді маємо, що $l_1=330+0,5+0,1+0,05=330,65$ мм;

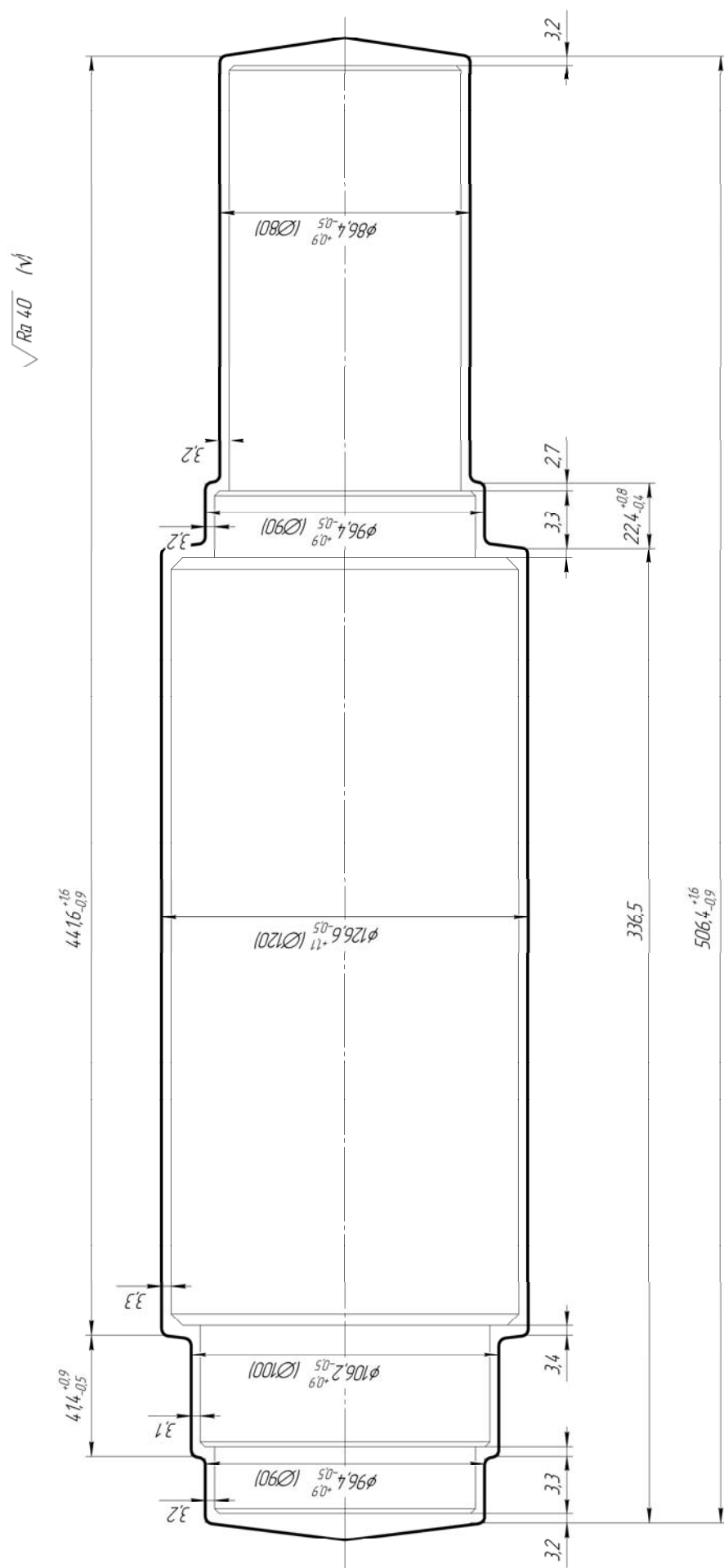


Рисунок 3 — Ескіз заготовівлі — шtamпування

$l_2 = 330 + 0,1 + 0,05 = 330,15$ мм; $l_3 = 330 + 0,05 = 330,05$ мм; $l_4 = l = 330^{+0.246}_{-0.646}$.
Граничні відхилення на проміжні розміри $l_1 - l_3$ вигідно призначати як для остаточного (розрахункового) розміру (тобто не прив'язувати до великих можливостей устаткування). Це дозволяє понизити трудомісткість обробки при одночасному недопущенні появи браку.

Отримані розміри $l_1 - l_4$ наводимо на відповідних операційних ескізах (рис. 4). Що стосується ступеня вала з максимальним діаметром, який обробляється на прохід, то з точки зору рівномірності завантаження операцій, її можна обробити по довжині на розмір, який визначає (приблизно) середину вала (розмір величиною 81 мм на мал. 4). При цьому важливо розуміти, що в цьому місці після обробки ступеня з іншого боку вала, як правило, утворюється перехід (сходинка або кільцева риска [6]). Це ж відбувається і при одночасній роботі на одному довгому ступені декількох різців. Причина криється в різній величині віджимання заготовки і похибках налаштування різців. Якщо ця поверхня ще оброблятиметься надалі (причому на останній стадії обробки безперервно), то це не має великого значення. Інакше технолог повинен прийняти відповідне рішення.

Переходимо до обробки розміру $23js12 \pm 0,105$. В принципі така точність може бути забезпечена шляхом чорнового точіння на багаторізцевому напівавтоматі. Проте оскільки циліндрична поверхня $\varnothing 80js6$ піддається чистовому точінню на гідрокопіювальному верстаті і враховуючи малі розміри торця, приймаємо рішення також піддати його обробці на цьому верстаті. Особливістю отримання цього розміру є те, що справа і зліва від нього є припуски на обробку. На гідрокопіювальній операції справа і зліва від цього розміру будуть зняті припуски по 0,5 мм, що не вплине на величину цього розміру. Надалі на шліфувальних операціях знімання припуску здійснюватиметься тільки з лівого торця (в сумі 0,15 мм). При цьому даний розмір збільшуватиметься, що і має бути враховано при простановці міжопераційних його значень. У нашому випадку маємо, що після чоргової і чистової токарних обробок його значення дорівнює 22,85 мм, а після чоргової шліфувальної операції 22,95 мм. Після чистової шліфувальної операції розмір природно повинен відповідати розрахунковому значенню. Граничні відхилення розміру бажано залишити розрахунковими, як і у попередньому випадку. При розрахунку міжопераційних діаметральних розмірів враховуємо, що припуск симетричний, а значить, треба брати подвоєне значення припуску на бік.

Аналогічно вчиняємо і з обробкою лівого боку вала.

Схеми простановки міжопераційних розмірів наведені на рис. 4 і 5.

Налагодження токарних багато різцевих напівавтоматів робиться наладчиком з використанням карт технологічних наладок. Природно, що простановка розмірів на ній така ж, як і на операційних ескізах. Для підвищення точності багаторізцевої обробки і спрощення наладки різців

рекомендується кожен різець встановлювати тільки на один розмір (діаметральний або лінійний) [6].

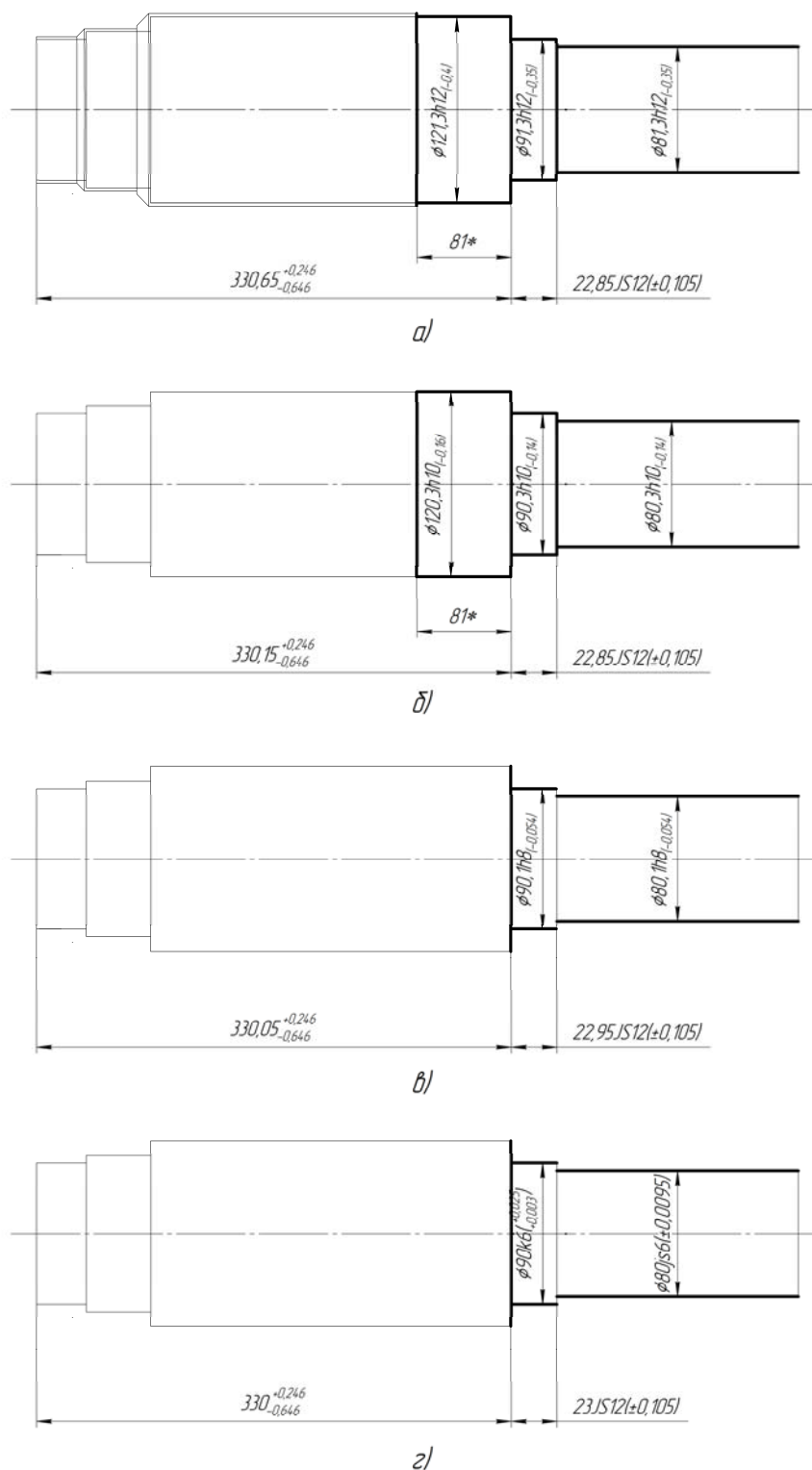
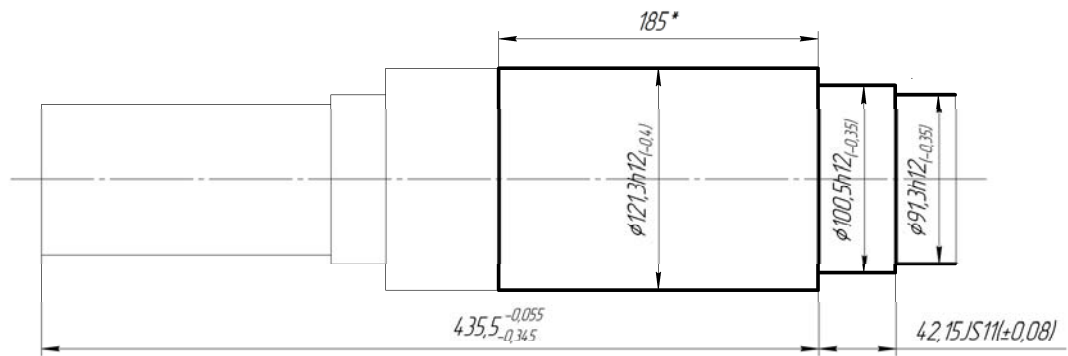
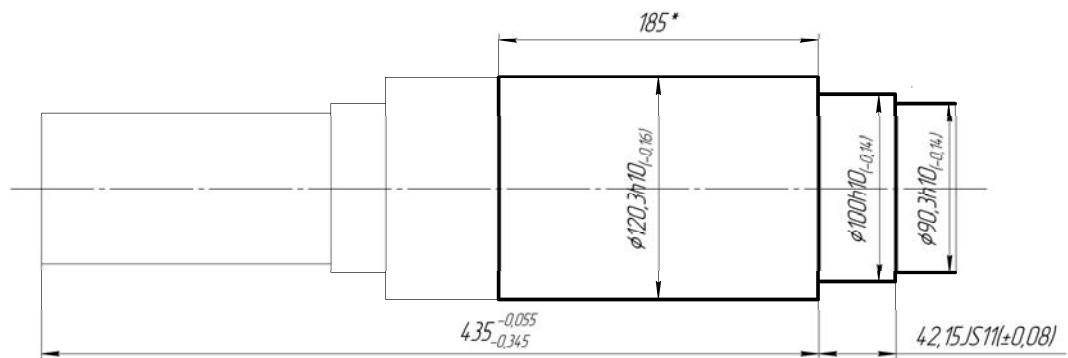


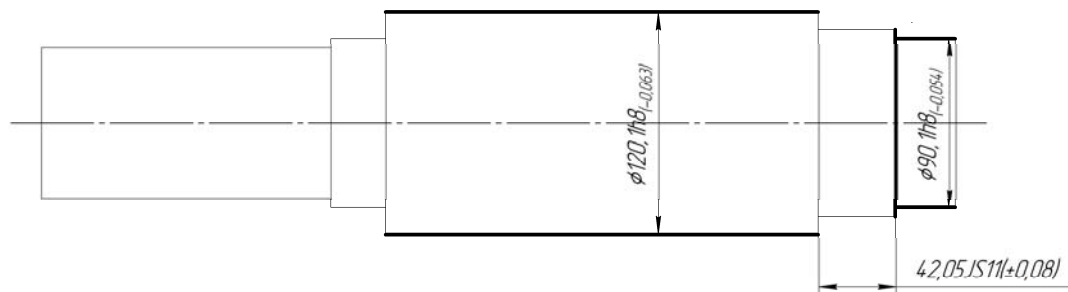
Рисунок 4 – Схеми простановки міжопераційних розмірів при обробці правої частини вала



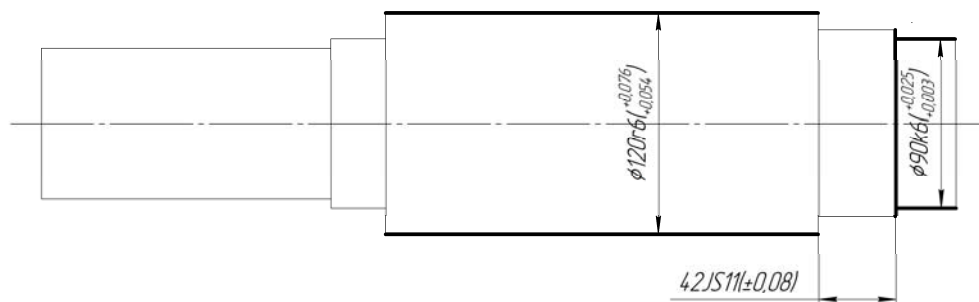
a/



б/



в/



г/

Рисунок 5 – Схеми простановки міжопераційних розмірів при обробці лівої частини вала

Для скорочення часу налагодження різальних інструментів вони можуть заздалегідь встановлюватися і наструюватися за шаблоном поза напівавтоматом у спеціальних блоках. Завдання наладчика в цьому випадку полягає тільки в установці і закріпленні різцевого блока.

Для зручності налаштування різальних інструментів безпосередньо на напівавтоматі застосовуються регульовані різцетримачі. Установку послідовності і величини ходів подовжнього супорта рекомендується робити за еталоном деталі або за шаблоном. Указані на картах ескізів величини і схеми простановки міжопераційних розмірів у разі обробки на токарних гідрокопіювальних напівавтоматах використовуються при розрахунку і виготовленні копії. У разі використання круглошлифовальних верстатів з ЧПК вони застосовуються при розробці керуючих програм.

Контрольні запитання

1. Як Ви розумієте поняття базування деталей?
2. Що таке база? Як діляться бази за призначенням?
3. Дайте визначення поняттю схема базування.
4. Дайте визначення технологічній базі. Які види технологічних баз за особливостями застосування Ви знаєте?
5. Дайте визначення поняттю наструювальна база.
6. У яких випадках застосовуються наструювальні бази?
7. Що таке технологічний розмір? У яких випадках використовуються технологічні розміри?
8. Назвіть недоліки заміни конструктивних розмірів технологічними.
9. Як визначаються номінальні розміри, допуски і граничні відхилення технологічних розмірів?
10. Що таке пов'язаний розмірний ланцюг?
11. Що таке загальний припуск на обробку поверхні і як він поділяється за операціями?
12. Як визначається припуск на першу (чорнову) операцію при використанні стандартних припусків?
13. У чому полягають особливості розрахунку і простановки на операційних ескізах лінійних (осьових) технологічних міжопераційних розмірів при використанні НТБ?
14. Які особливості використання отриманих даних за розрахунком міжопераційних розмірів і схемами їх простановки в багаторізцевих, гідрокопіювальних напівавтоматах і круглошлифовальних верстатах з ЧПК?

Список літератури

1. Маталин А. А. Технология машиностроения: учебник для машиностроительных вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / А. А. Маталин. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1985. – 496 с.

2. Егоров М.Е. Технология машиностроения / М. Е. Егоров, В. И. Дементьев, В. Л. Дмитриев: учебник. – 2-е изд., доп. – М.: Высш. школа, 1976. – 535 с.

3. Пижов І. М. Розробка технологічного процесу на прикладі виготовлення ступінчастого вала редуктора: навч.-метод. посіб. для виконання конструкторсько-технологічних розділів дипломного проекту бакалавра студентами спеціальності «Прикладна механіка» (спеціалізація «Інтегровані технології машинобудування») денної, заочної та дистанційної форм навчання / І. М. Пижов. – Харків: НТУ «ХПІ», 2018. – 96 с.

4. Солонин И. С. Расчет сборочных и технологических размерных цепей / И. С. Солонин, С. И. Солонин. – М.: Машиностроение, 1980. – 110 с.

5. Методичні вказівки до виконання практичного заняття «Розрахунок і проектування штампованої поковки гладкого ступінчастого вала» з курсу «Технологічні основи машинобудування» для студентів спеціальності «Прикладна механіка» (спеціалізація «Інтегровані технології машинобудування» та «Інструментальне виробництво») денної, заочної та дистанційної форм навчання / уклад.: І.М. Пижов. – Харків: НТУ «ХПІ», 2019. – 20 с.-Рос. мовою.

6. Камышный Н. И., Стародубов В. С. Конструкции и наладка токарных автоматов и полуавтоматов / Н.И. Камышный, В.С. Стародубов: учебник для СПТУ. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа. 1988. – 256 с.

Навчальне видання

**Методичні вказівки до виконання практичного заняття
«Особливості використання настроювальних технологічних баз в
токарних напівавтоматах та круглошліфувальних верстатах з ЧПК» по
курсу «Технологічні основи машинобудування» для студентів
спеціальності «Прикладна механіка» (спеціалізація «Інтегровані
технології машинобудування» та «Інструментальне виробництво»)
денної, заочної та дистанційної форм навчання.**

Укладач: ПИЖОВ Іван Миколайович

Відповідальний за випуск О.М. Шелковий

Роботу до видання рекомендував О.М. Шелковий

Редактор О.С. Самініна

План 2019 р., поз. 272

Підп. до друку 2019 р. Формат 60x84 1/16. Папір офсетний. Riso-друк.
Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк.. Наклад 100 прим. Зам. № . Ціна
договірна.

Видавничий центр НТУ «ХПІ», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002
Свідоцтво про державну реєстрацію №5478 від 21.08.2017 р.

Самостійне електронне видання